

УДК 502.1

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

© 2016 С.А. Бузмаков, Г.А. Воронов

Пермский государственный национальный исследовательский университет

Статья поступила в редакцию 09.05.2016

Проведен анализ экологической теории с определением ее современной парадигмы. Теория экосистем наиболее адекватна для разработки комплексных нормативов в охране окружающей среды. Рассмотрены вопросы о представлении в федеральных законах о качестве окружающей среды. Предлагаются основные подходы для дальнейшего развития системы экологических нормативов на базе экосистемной парадигмы.

Ключевые слова: *окружающая среда, природная среда, антропогенный объект, экосистема, природный ландшафт, трансформация, сукцессия, устойчивость, закон*

При разработке концепции нормирования допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной деятельности, на наш взгляд следует обратить внимание на два главных аспекта: а) научно-теоретические основы, б) нормативно-правовую базу. Антропогенная трансформация природной среды – процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием производственной деятельности. Преобразование экосистем вызывается совокупностью биогеохимических процессов, связанных с технической и технологической деятельностью людей, направленной на извлечение из окружающей среды, концентрирование и перегруппировку минеральных и органических соединений. Изменение природных компонентов приводит к нарушению метаболизма, функционирования и структуры исходных природных комплексов, вплоть до перехода их в результате смен состояний (фаз) из ряда биогенных в абиогенные. Экосистемой называют совокупность физико-химических и биологических компонентов, с помощью которой осуществляется биотический круговорот веществ, осуществляемый благодаря направленному потоку энергии [7,13].

Трансформация экосистемы состоит в изменении во времени и пространстве биотопа, биотических компонентов и биоценологических процессов. В отсутствие внешних нарушающих воздействий трансформация представляет собой направленный и, следовательно, предсказуемый процесс. Она контролируется биотическим сообществом, несмотря на то, что физическая среда предопределяет характер и скорость изменения, а часто и ограничивает пределы развития. Если изменения вызываются в основном внутренними взаимодействиями, то происходит так называемая эндогенная трансформация (восстановление). Если изменения регулярно определяются внешними силами среды, то такие изменения называются экзогенными (деградация).

Действие любого антропогенного воздействия на экосистему или ее компоненты подчиняется закону толерантности: «лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости

(толерантности) организма к данному фактору. М.А. Глазовская [3], рассматривает элементарные ландшафты (исходные структурные единицы) как ландшафтно-геохимические системы, которые по уровню организации и тесноте связей делятся на элементарные (ЭЛГС) и каскадные (КЛГС). В целом в пределах ареалов воздействия техногенеза однотипного химического состава проявляется ярко выраженная конвергенция географических систем [8].

Устойчивость ландшафтов к техногенному геохимическому воздействию обычно рассматривается как резерв, обусловленный самоочищением, способностью элементов биотической составляющей переносить повышенные концентрации химических элементов и наличие у них механизмов адаптации к изменившимся геохимическим условиям среды обитания. В условиях техногенеза направленность потоков вещества переориентирована. Смена геохимических условий вызывает адекватную реакцию биоты. Дестабилизация исходных природных процессов постепенно приводит к последовательной или резкой смене свойств и состояний геосистем, к образованию дигрессионных (деградационных) рядов развития. При всем многообразии типов геохимического воздействия в литературе чаще всего рассматривается негативная сторона ответных реакций геосистем, в то время как при определенных нагрузках и химическом составе выбросов она может быть и положительной, что имеет значение при их нормировании.

Природные системы не в состоянии справиться с потоками поступающих извне веществ, образуются техногенные геохимические аномалии со специфическими условиями развития. В посттехногенный период релаксации (восстановления) ландшафт по законам развития неизбежно будет стремиться к стабильному состоянию [8]. При покомпонентном подходе оценивается состояние отдельных природных компонентов (геологической среды, атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почвенного покрова, растительности, животного мира). Ландшафтный подход обычно предполагает анализ устойчивости (и трансформации) географических систем различного иерархического уровня (масштаба) к техногенному воздействию.

При высоком уровне давления на экосистемы в ходе антропогенных воздействий, они могут существенно меняться в результате сукцессий. В.Н. Сукачев [17] сформулировал представление об антропогенных сукцессиях. Развивая его взгляды, мы высказали предположение [6], что изменения биогеоценозов теоретически

Бузмаков Сергей Алексеевич, доктор географических наук, заведующий кафедрой биогеоценологии и охраны природы. E-mail: ler@psu.ru

Воронов Георгий, доктор географических наук, профессор кафедры биогеоценологии и охраны природы. E-mail: kafbor@psu.ru

могут осуществляться путем: а) циклической динамики, б) природных сукцессий, в) самых сложных – антропогенных смен. Количественная оценка воздействия антропогенных факторов (хотя бы балльная) должна

учитывать следующие стороны: 1) частота, 2) постоянство, 3) сила, 4) время, 5) площадь, 6) число компонентов биогеоценоза, подвергшиеся воздействиям (табл. 1).

Таблица 1. Количественная оценка воздействий человека на биогеоценозы, (в баллах)

Частота	Постоянство	Сила	Время	Площадь	Компоненты (число)
одно- и малократные	случайные	слабые	краткие	малая	малое
среднекратные	нерегулярные	средние	средние	средняя	среднее
многократные	регулярные	сильные	длительные	значительная	большое

Устойчивость и саморегуляция экосистемы зависят не только от числа компонентов, подвергшихся воздействию, но и от функциональной роли сочленов природных компонентов. Следует в структуре каждой экосистемы выделять виды-эдификаторы и виды-ассектаторы (при анализе консорциальной структуры речь пойдет о концентрах – центрах консорции и консортах, зависящих от концентров). Эдификаторы (детерминанты) – виды, играющие основную роль в создании биосреды в экосистеме и сложении структуры. Так, в таежной зоне эдификаторами служат хвойные деревья, в других природных зонах (например, в степи эдификаторами могут быть животные-землерои: суслики, сурки, даже муравьи). Ассектаторы – виды, оказывающие малое влияние на создание среды внутри сообщества [5]. Уничтожение эдификаторов неминуемо ведет к деструкции (разрушению, уничтожению) экосистемы. Однако чрезмерное воздействие на какой-то вид ассектатора, также чреват негативными последствиями.

Р. Уиттекер, кроме того, различал до 6 форм разнообразия [19]. Существуют представления о связи устойчивости, условий существования и биоразнообразием [9, 11]. Кроме биоразнообразия экосистем (и территории) для нормирования воздействия на среду очень существенно знание популяционной структуры отдельных видов, входящих в состав биогеоценоза. Так, структура древостоя в таежной зоне оптимальна при условии, что на каждую возрастную группу (молодняки, приспевающие, две группы спелых и перестойные деревья) приходится по 20% от числа всех стволов.

Любое внешнее (антропогенное) воздействие на экосистему отражается на ее структуре, в т.ч. изменении структуры популяций, соотношения половых и возрастных групп организмов. Н.Ф. Реймерс четко сформулировал это обстоятельство в форме закона экологической корреляции (ЗЭК): «В экосистеме, как и в любом другом целостном природно-системном образовании, особенно в биотическом сообществе, все входящие в него виды живого и абиотические экологические компоненты функционально соответствуют друг другу. Выпадение одной части системы (например, уничтожение вида) неминуемо ведет к исключению всех тесно связанных с этой частью системы других ее частей и функциональному изменению целого в рамках закона внутреннего динамического равновесия. ЗЭК особенно важен в сохранении видов живого, никогда не исчезающих изолированно, но всегда взаимосвязанной группой. Действие ЗЭК приводит к скачкообразности в изменении экологической устойчивости: при достижении порога изменения функциональной целостности происходит срыв (часто неожиданный) – экосистема теряет свойства надежности. Например, многократные увеличения концентрации вещества загрязнителя может не приводить к катастрофическим

последствиям, но затем ничтожная его прибавка приведет к катастрофе» [13]. Под экологической надежностью Н.Ф. Реймерс понимает: «способность экосистемы относительно полно самовосстанавливаться и саморегулироваться (в пределах естественных для системы суточных, сезонных, межгодовых и вековых флуктуаций) в течение сукцессионного или эволюционного отрезка ее существования» [13].

Важная характеристика экосистем – занимаемая каждой из них площадь. Если опираться на теорию островной биогеографии, можно предположить, что на большей площади, будет обитать большее число видов организмов. Если речь идет об изолированной территории, например, о заповеднике, то можно ожидать, что вымирание видов будет меньше. Однако А.Г. Воронов с соавторами [5] делают некоторые оговорки. Они полагают:

- 1) что очень важно для сохранения видов не только площадь, но и разнообразие местообитаний;
- 2) некоторые виды лучше чувствуют себя на маленьких «островах» и поэтому способны сохраниться не в больших, а в малых заповедниках.

При определении площади для создания заповедника необходимо учитывать жизненную стратегию конкретных видов. Если под охрану берется территория для видов, имеющих стратегию «К» (например, нужных видов хищников, копытных, многих больших птиц с малой плотностью популяций), один крупный заповедник явно предпочтительнее. В случаях, когда надо сохранить виды со стратегией «r» (грызуны, насекомоядные, мелкие птицы, насекомые), лучше создать несколько небольших заповедников, чем один большой.

С.С. Шварц считал нижеследующие характеристики биогеоценоза важными: биомасса основных звеньев трофических цепей, продуктивность, гомеостаз гидрологического режима территории и газового состава атмосферы, скорость самоочищения, способность к адаптивной перестройке при изменении внешней среды [22]. Неоднократно в качестве критерия нормальности предлагались соответствие распределения признака нормальному или лог-нормальному закону [11, 20, 21]. Е.Л. Воробейчик выделяет три основные признака: 1) большая продуктивность и продукция; 2) разнообразная продукция необходимого качества; 3) высокая устойчивость экосистемы к существующим и потенциальным возмущениям [4].

По уровню загрязнения природной среды и ответной реакции почв А.Н. Геннадиев и ряд его соавторов предлагают выделять: верхний безопасный уровень концентрации (ВБУК), при котором наступает ухудшение качества почвенной экосистемы; верхний предел потенциала самоочищения (ВППС), выше которого почва сама не может справиться с загрязнением; ориентировочный уровень допустимой концентрации (ОДК), при котором в данных природных условиях

почва в течение года восстанавливает свою продуктивность, а негативные последствия для почвенного биоценоза самопроизвольно ликвидируются [2].

Потенциал устойчивости и самоочищения определяется соотношением аккумуляции, разложения и рассеяния поллютантов. Если воздействие на природные системы превышает возможности саморегуляции, устойчивости и емкости, начинается деградация среды. С.А. Бузмаков и др. предложили оценивать средневзвешенную степень деградации в баллах для особо охраняемых территорий [1]. Полагаем, что эти представления могут быть экстраполированы и на любые другие природные системы. В качестве основного критерия при оценке состояния экосистемы принята фаза деградации (стадия сукцессии). Например, для лесных экосистем выделяется: коренное (зональное) сообщество; квазикоренное сообщество; смешанный лес; мелколиственный лес; луг и лугоподобные сообщества; пустырь и пионерные группировки растительности.

В настоящее время в законах РФ и на практике сложилось нормирование состояния окружающей среды через применение санитарно-гигиенических критериев влияния физических, химических и микробиологических факторов на здоровье человека. В тоже время в экологических исследованиях теоретического и прикладного характера господствует парадигма экосистемы. И даже в законе «Об охране окружающей среды - окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов». Научное и юридическое

понятия об экосистеме практически совпадают. На рис. 1 дана схема состава и структуры окружающей среды согласно Федеральному закону от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об охране окружающей среды», который рассматривает окружающую среду как «совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов» [10].

На сегодняшний день нормативная база охватывает антропогенные объекты (источники, факторы антропогенного воздействия). Первая группа — санитарно-гигиенические нормативы: приводятся нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе, воде, почве, пище. Следующая группа нормативов, производная от первой, устанавливает требования к источнику вредного воздействия. Это нормативы ПДВ в атмосферу и ПДС — в водные объекты, они определяют предельно допустимые уровни вредных химических и физических воздействий (шума, облучения, радиационного воздействия и др.), по ним делается разрешение на вывоз и захоронение твердых отходов. Третья группа содержит нормы и правила, регламентирующие различные виды деятельности, включая использование ресурсов и охрану природы. К ним относятся предельно допустимые нормы нагрузки на окружающую природную среду (ПДН), это нормативы стимулирования экономного использования природных ресурсов, выдачи различных разрешений и установления ограничений на землепользование и лесопользование, определения квот вылова рыбы и добычи диких животных.



Рис. 1. Состав и структура окружающей среды согласно закону РФ от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об охране окружающей среды» [10]

Санитарно-гигиеническое нормирование по своей сути довольно ограничено для использования. Оно может быть применимо только для среды обитания человека, антропогенных и частично природно-антропогенных объектов. Нам, как правило, неизвестно какое именно воздействие на грибы, растения и микроорганизмы будет оказано и при какой концентрации загрязняющих веществ. Устойчивость организмов (в т.ч. человека) к воздействию веществ различается в зависимости от региона или зоны, что связано не только с климатическими особенностями, но и другими факторами среды, например, гидрохимическими свойствами используемой воды: температурным режимом, количеством кислорода, кислотностью и т.п.

Впрочем, в законе есть понятие «природный объект», под которым понимается не только «естественная экологическая система», но и «природные ландшафты и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства». И природный ландшафт со специфическими составом и свойствами также может выступать объектом нормирования.

В правовом отношении федеральный закон формулирует, что «благоприятная окружающая среда – окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов». В законе предусмотрено нормирование. Перспективы развития нормативной базы основываются на экосистемном подходе. Нормативы должны основываться на параметрах экосистем, которые наиболее четко реагируют на антропогенное воздействие, значимое для состояния данной экосистемы в целом. Установление нормативов предельно допустимых воздействий на экосистемы способствует снижению загрязнения окружающей среды, изъятия природных ресурсов, ограничению антропогенной трансформации природной среды. Развитие нормирования направлено на обеспечение системы реальных, отражающих природные процессы критериев сохранения, восстановления, рационального использования экосистем.

Выводы: в центре внимания федерального закона находится устойчивое функционирование естественных экологических систем природных, природно-антропогенных объектов и сохранение биологического разнообразия, но на практике пока это не достижимо. В науке накопился достаточный опыт для введения экосистемного и ландшафтного нормирования качества окружающей среды. Задача экосистемного нормирования заключается в сохранении биоразнообразия, нормальных условий функционирования и развития экосистем. Это одно из наиболее важных направлений. Экосистемное нормирование можно рассматривать как определение комплексных показателей устойчивости экосистем и их численных значений, разработку нормативов и регламентов, ограничивающих негативное воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду возможностями экосистем.

Воздействие антропогенных источников и факторов на природную среду выражается в смене состояний экосистем и ландшафтов деградационного и восстановительного направления, зонального и азонального характера. Свойства биотопа с увеличением воздействия техногенного фактора изменяются от зональной нормы к экстремальным (азональным) параметрам. Трансформация экосистемы происходит по зональному ряду (относительно обратимое состояние) и азональному (необратимое состояние), при этом вероятность перехода в азональный тренд восстановления возрастает с величиной техногенного фактора.

Степень деградации экосистемы зависит от ее положения в пространственной иерархии и мощности антропогенного воздействия. Исходя из задач нормирования качества окружающей среды количественные параметры экосистем и ландшафтов должны быть различны для использования, восстановления и сохранения природной среды. Наиболее целесообразным в этом случае представляется целенаправленное формирование антропогенных экосистем (АЭ) и антропогенных ландшафтов с заданными параметрами, следует в полной мере учитывать способности естественных природных комплексов к саморегуляции, при этом необходимо проводить корректировку хода процессов разрушения загрязняющих веществ и воспроизводства природной среды и требуемого направления ее развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бuzмаков, С.А. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» / С.А. Бuzмаков, С.А. Овеснов, А.И. Шепель, А.А. Зайцев // Географический вестник. 2011. № 2. С. 49-59.
2. Геннадиев, А.Н. Нефть и окружающая среда// Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2009. №6. С. 30-39.
3. Глазовская, М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: МГУ, 1988. 328 с.
4. Воробейчик, Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем / Е.Л. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов. – Екатеринбург, УИФ «Наука», 1994. 282 с.
5. Воронов, А.Г. Биogeография с основами экологии / А.Г. Воронов, Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволицкий, Е.Г. Мяло. – М., ИКЦ «Академкнига», 2003. 408 с.
6. Воронов, Г.А. Антропогенные воздействия на биоценозы Камского Приуралья / Г.А. Воронов, Е.П. Преснецова // В кн.: Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала. III. Животный мир. – Свердловск, 1978. С. 2-5.
7. Второв, П.П. Биogeография / П.П. Второв, Н.Н. Дроздов. – М.: Просвещение. 1978. 271 с.
8. Давыдова, Н.Д. Техногенная трансформация топогеосистем в условиях атмосферного загрязнения // География и природные ресурсы. 2002. №4. С. 10-14.
9. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М. Гидрометеиздат, 1984. 560 с.
10. Об охране окружающей среды. N 7-ФЗ от 10.01.2002 (ред. от 29.12.2015).
11. Пузаченко, Ю.Г. Методологические основы географического прогноза и охраны среды. – М.: УРАО, 1998. 212 с.
12. Реймерс, Н.Ф. Природопользование. – М., «Мысль», 1990. 637 с.
13. Реймерс, Н.Ф. Экология: Теория, законы, правила, принципы и гипотезы. – М.: Россия Молодая, 1994. 367 с.
14. Садыков, О.Ф. современные проблемы и перспективы прикладной экологии // Развитие идей академика С.С. Шварца в современной экологии. – М., 1991. С. 143-213.
15. Семевский, Ф.Н. Математическое моделирование экологических процессов / Ф.Н. Семевский, С.М. Семенов. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. 280 с.
16. Сочава, В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
17. Сукачев, В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии. – М., Наука, 1964. С. 5-49.
18. Трофимов, В.Н. Использование различных групп насекомых для мониторинга лесных биогеоценозов // Экология и защита леса. – Л., 1990. С. 89-96.
19. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы. – М., Прогресс, 1980. С. 328.
20. Федоров, В.Д. Проблема оценки нормы и патологии состояния экосистем // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. – Л., 1977. С. 6-12.
21. Федоров, В.Д. Количественные подходы к проблеме оценки нормы и патологии экосистем / В.Д. Федоров, В.Б. Сахаров, А.П. Левич // Человек и биосфера. Вып. 6. – М., 1982. С. 3-42.
22. Шварц, С.С. Теоретические основы глобального экологического прогнозирования // Всесторонний анализ окружающей природной среды: Тр. II Сов.-американ. симпозиума. – Л., 1976. С. 181-191.

MAIN APPROACHES TO DETERMINATION THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT

© 2016 S.A. Buzmakov, G.A. Voronov

Perm State National Research University

The analysis of the ecological theory with definition of her modern paradigm is carried out. The theory of ecosystems is most adequate for development of complex standards in environmental protection. Questions of representations in federal laws on quality of environment are considered. The main approaches for further development of ecological standards system on the basis of ecosystem paradigm are offered.

Key words: *environment, anthropogenous object, ecosystem, nature landscape, transformation, succession, stability, law*

Sergey Buzmakov, Doctor of Geography, Head of the Biogeocenology and Nature Protection Department. E-mail: lep@psu.ru; Georgiy Voronov, Doctor of Geography, Professor at the Biogeocenology and Nature Protection Department. E-mail: kafbop@psu.ru